

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平4-67607

⑬ Int. Cl.³G 01 C 3/06
G 02 B 7/32
G 03 B 13/36

識別記号

A

庁内整理番号

9008-2F

⑭ 公告 平成4年(1992)10月28日

7811-2K G 02 B 7/11
7811-2K G 03 B 3/00B
A

発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 距離測定方法

⑯ 特 願 昭60-22798

⑰ 公 開 昭61-182516

⑱ 出 願 昭60(1985)2月9日

⑲ 昭61(1986)8月15日

⑳ 発 明 者 反 町 誠 宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
㉑ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
㉒ 代 理 人 弁理士 山下 稔 平
審 査 官 片 寄 武 彦

1

2

㉓ 特許請求の範囲

1 同一の焦点距離を有する2つのレンズを光軸が平行になる様に適宜の距離隔てて配置し、各レンズの後方に同一距離隔てて光軸と垂直に照度分布測定手段を配置し、各レンズによる各測定手段における物体の像の照度分布の相関をとることにより2つの像の各光軸からのズレ量の差を求め、これに基づき物体までの距離を算出する距離測定方法において、照度分布測定手段として受光要素を2次元的に配列してなるものを用い、これら受光要素の2つの配列方向のうちの1つを両レンズの光軸を含む面と平行な方向とし、各レンズによる各測定手段の或る部分における物体の像の照度分布の相関をとることにより或る方向に存在する物体までの距離を算出し、該算出を各測定手段の複数の部分について行なうことにより複数の方向に存在する物体までの距離を算出することを特徴とする、距離測定方法。

2 一方の照度分布測定手段の各部分の出力信号と該部分に対応する他方の照度分布測定手段の部分の出力信号とをセットとして各並列配置信号処理手段に入力せしめ、複数の方向に存在する物体までの距離を並行して算出する、特許請求の範囲第1項の距離測定方法。

3 2つの照度分布測定手段が実質上同一の受光要素配列を有する、特許請求の範囲第1項の距離測定方法。

4 2つの照度分布測定手段のレンズ光軸に対する相対的配置が両光軸を含む面と平行な方向にずれている、特許請求の範囲第3項の距離測定方法。

5 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は距離測定方法に関し、特に多方向に存在する物体までの距離を光学的に測定するための方法に関する。この様な距離測定方法は環境認識の1つの手段として利用される。

〔従来の技術〕

測定装置から被測定物である物体までの距離を測定することは種々の目的で利用される。

たとえば、自走ロボットにおいて周囲環境の認識のため上記の様な距離測定が行なわれる場合がある。そして、かくして得られた情報に基づき、ロボットは物体への衝突を避けながら走行することができる。

更に、上記の様な距離測定を利用するものとして、自動車の衝突防止装置がある。この装置においては、距離測定により得られた情報に基づき、自動車が他の自動車または壁等の物体に対し所定の距離よりも近づいた時に運転者に対し警告を発するか、あるいは自動車を停止または減速させるための指示を発することがなされる。

以上の様な距離測定のために被測定物に対し超音波を射出し反射により戻ってくる超音波を解析

するという方法が用いられることがある。しかしながら、超音波を用いる方法は被測定物が小さい場合には測定が困難になり、更に測定の分離能が低いという問題がある。

一方、上記の様な距離測定を光学的に行なうことが考えられ、その1つの方法としてステレオ法がある。以下、ステレオ法の概略を説明する。

第6図a及びbはステレオ法の原理を説明するための図である。図において、101, 102は焦点距離の等しいレンズであり、101A, 102Aはそれぞれそれらの光軸である。レンズ101, 102は光軸101A, 102Aが平行になる様に且つレンズ中心間を結ぶ線(基線)が光軸101A, 102Aと直交する様に配置されている。レンズ101の後方には該レンズ101の焦点距離fだけ隔てられた位置に測定手段103が配置されており、レンズ102の後方にはfだけ隔てられた位置に測定手段104が配置されている。これら測定手段103, 104はレンズ101, 102の基線方向と平行な方向の1つの直線上に配置されている。

第6図aにおいては被測定物である物体105が光軸101A上の無限遠に存在する。この場合には、レンズ101による測定手段103上での物体105の像106は光軸101A上に存在し、同様にレンズ102による測定手段104上での物体105の像107は光軸102A上に存在する。

第6図bにおいては物体105が光軸101A上において有限の距離Qだけ離れた位置に存在する。この場合には、レンズ101による測定手段103上での物体105の像106は光軸101A上に存在するが、レンズ102による測定手段104上での物体105の像107は光軸102Aから離れた位置に存在する。

従つて、像107の光軸102Aからのズレ量dを測定手段で検出することによつて、レンズ101, 102と測定手段103, 104との間の距離fと基線長lとから、測定すべき距離Rは次の式により計算処理で求めることができる。

$$Q = \frac{fl}{d}$$

ところで、一般に被測定物である物体は広がりをもつので測定手段上にはある範囲にわたつて画

像が形成される。このため、同一物体上の同一物点の像を特定することは困難である。

そこで、以上の様なステレオ法においては、測定手段103, 104により像106, 107の位置を求めるために、一方の測定手段103における照度分布と他方の測定手段104における照度分布との相関をとることが行なわれる。

第7図a, b及びcはこの様な相関法の原理を説明するための図である。

測定手段103, 104としては、たとえば自己走査型センサであるCCDアレイが用いられる。周知の様に、CCDアレイは10μ程度の幅の多数個の微小セグメントの受光要素から構成されており、各受光要素で検出した像の照度に対応した電気信号を予め定められた順序に従つて時系列信号として出力することができる。

第7図aにおいて、レンズ101に対応する測定手段であるCCDアレイ103はn個の受光要素を有し、レンズ102に対応する測定手段であるCCDアレイ104はm個の受光要素を有する(m>n)、即ち、光軸101A上の物体までの距離を測定するとすれば、レンズ101による像106は物体までの距離に無関係に光軸101A上に存在するが、レンズ102による像107は物体までの距離に応じて位置が変化するので、CCDアレイ104にはCCDアレイ103よりも多くの受光要素が設けられているのである。この様な配置において、CCDアレイ103を基準視野と称し、CCDアレイ104を照照視野と称する。

第7図aに示される様な配置における基準視野及び参照視野での照度分布は第7図bに示される様になる。即ち、レンズ101に関する物体105及び像106の光軸方向の結像関係はレンズ102に関する物体105及び像107の光軸方向の結像関係と等しい(即ち、倍率が等しい)ので、像106の照度分布と像107の照度分布とは光軸から距離Dだけズレた点が異なるのみである。

従つて、CCDアレイ103, 104からは第7図cに示される様な各受光要素に対応する出力が時系列的に得られる。

そこで、2つのCCDアレイの出力の相関をとるため、先ず基準視野における第1～n番目の受

5

光要素の出力 $S_1 \sim S_n$ と参照視野における第1～ n 番目の受光要素の出力 $R_1 \sim R_n$ との対応する出力どうしの差の和

$$COR_1 = \sum_{k=1}^n (S_k \sim R_k)$$

を求める。次に、同様にして、基準視野における第1～ n 番目の受光要素の出力 $S_1 \sim S_n$ と参照視野における第2～($n+1$)番目の受光要素の出力 $R_2 \sim R_{n+1}$ との対応する出力どうしの差の和

$$COR_2 = \sum_{k=1}^n (S_k \sim R_{k+1})$$

を求める。以下、同様にして

$$COR_{m-n+1} = \sum_{k=1}^n (S_k \sim R_{k+m-n})$$

まで求める。

この様にして求めた($m-n+1$)個の値のうちで最も小さい値(理想的には0)となるCORの番号を選び、その番号にCCDアレイの1受光要素の幅幅を乗ずることにより上記dの値を求めることができる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

以上の様な相関法を用いた距離測定を単一方向のみでなく2次元的にある広がりをもつ多方向の距離測定に利用する場合には、1つの方法として測定手段全体を機械的に回動させながら各方向において上記の如き距離測定を行なうことが例示できる。

しかしながら、この方法では機械的な駆動機構が必要となり、またこの駆動に時間がかかり短時間での測定ができないという問題がある。更に、この方法では2次元距離パターンの記録に際し測定手段からの信号と機械的駆動手段からの方位信号とを合わせて記録することが必要となり、信号処理が複雑となる。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明によれば、以上の如き従来技術の問題点を解決するものとして、照度分布測定手段として受光要素を2次元的に配列してなるものを用い、これら受光要素の2つの配列方向のうちの1つを両レンズの光軸を含む面と平行な方向とし、各レンズによる各測定手段の或る部分における物体の像の照度分布の相関をとることにより或る方向に存在する物体までの距離を算出し、該算出を各測定手段の複数の部分について行なうことにより複

6

数の方向に存在する物体までの距離を算出することを特徴とする、距離測定方法が提供される。

〔実施例〕

以下、図面を参照しながら本発明の距離測定方法の具体的実施例を説明する。

第1図a、b及びcは本発明方法の一実施例を説明するための図であり、第1図aは平面図を表わし、第1図bは側面図を表わし、第1図cは正面図を表わす。図において、1、2は焦点距離の等しいレンズであり、1A、2Aはそれぞれそれらの光軸である。レンズ1、2は光軸1A、2Aが平行になる様に且つ基線が光軸1A、2Aと直交する様に配置されている。光軸1A、2A間の距離は1である。3、4はそれぞれレンズ1、2に対応する2次元照度分布測定手段たとえばCCD2次元センサである。センサ3、4はレンズ1、2に対し該レンズ1、2の焦点距離fだけ隔てられて、光軸1A、2Aと直交する様に配置されている。

第1図cに示される様に、2つのセンサ3、4は同一の受光要素配列を有し、即ちX方向にi個及びZ方向にj個の2次元配列を有する。また、光軸1Aに対するセンサ3の配置と光軸2Aに対するセンサ4の配置とは同一である。

第1図a、bにおいて、5は被測定物である物体である。図示される様に、物体5はレンズ1の中心からみて光軸1Aに対しX方向に角度 θ 及びZ方向に角度 ϕ の方向に存在している。レンズ1、2によるセンサ3、4上での物体5の像はそれぞれ6、7である。

第1図cに示される様に、センサ3の受光要素のうちで像6が位置しているZ方向h番目のラインにおけるX方向q番目の受光要素を含むZ方向h番目ライン中のX方向p～r番目の受光要素を基準視野10として選択する。同様にしてセンサ4の受光要素のうちで像7が位置しているZ方向h番目のラインにおけるX方向q'番目の受光要素を含むZ方向h番目ライン中のX方向p'～r'番目の受光要素を参照視野11として選択する。ここで、 $(r-p) < (r'-p')$ 即ち参照視野に属する受光要素数は基準視野に属する受光要素数よりも多い。

かくして選択された基準視野10と参照視野11との受光要素の出力信号から、次の様にして物

7

体5までの距離（即ちレンズ1の中心から物体5までの距離）を算出することができる。

まず、上記従来法と同様にして基準視野10と参照視野11における照度分布の相関をとることにより δ 即ち2つのセンサ3, 4における像6, 7の相対的位置ズレ量を求める。次に、

$$\delta / f = 1 / a$$

の関係から

$$a = \frac{f1}{\delta}$$

を求める。次に、 $b = a \sec\theta$ を求め、且つ $c = a \tan\phi$ を求める。かくして、物体5までの距離

$Q (= \sqrt{b^2 + c^2})$ は

$$R = a \sqrt{\sec^2\theta + \tan^2\phi}$$

として算出される。

以上の様な距離の算出を (θ, ϕ) の適宜の数値の組について行なうことにより多方向の距離を測定することができる。もちろん、 (θ, ϕ) の組に応じてセンサ3, 4の基準視野10及び参照視野11は適宜選択される。

実際には、センサ3の受光面をいくつかのブロックに分けて、該ブロック毎に基準視野を設定し、全ブロックに関し距離測定を行なうことにより上記 (θ, ϕ) を変化させる。センサ3の各ブロック内において該ブロックに含まれる受光要素の少なくとも一部が基準視野として選択される。これら各基準視野に対応してセンサ4の適宜の受光要素が参照視野として選択される。

第2図aは本発明測定方法における他の実施例を説明するための図であり、特にレンズの光軸に対するセンサの配置を示す第1図cと同様な正面図である。センサ3, 4の受光要素は同様なパターンで多数のブロックに分けられる。該ブロックはX方向にライン状をなしている。センサ3のブロックBに属する受光要素のうちの左端部の受光要素列10が該ブロックにおける基準視野として選択される。該基準視野10のX方向長さは X_0 である。センサ3のブロックBに対応する位置にあるセンサ4のブロックB'に属する受光要素のうちの左端部から上記基準視野10の長さ X_0 に相当する受光要素列を除く受光要素列11が参照視野として選択される。センサ3, 4の他のブロックにおいても同様である。

8

第2図bはセンサ3と4とを重ね合わせた状態を示す。各ブロックにおいて、センサ3の基準視野10とセンサ4の参照視野11とが重なりあうことなく連続したライン状になる。

本実施例においては2つのレンズの光軸1A, 2Aに対するセンサ3, 4の位置は異なる。即ち、センサ4をX方向に右側に基準視野10の長さ X_0 だけ平行移動させたときの光軸2Aとセンサ4との相対的位置関係が光軸1Aとセンサ3との相対的位置関係と同一になる様な配置となつて

いる。これにより無限遠までの距離の測定を可能としている。

第3図は本実施例において用いられる測定装置のブロック図である。

2つのセンサ3, 4は1つの駆動回路17により同期して駆動せしめられ、それぞれ受光要素から照度信号が時系列的に出力せしめられる。センサ3, 4の出力はスイッチング回路14により交互に選択され、1つの時系列信号として合成されて出力される。この時系列信号においては、先ずセンサ3の第1のブロックにおいて基準視野として選択された受光要素列からの信号、続いてセンサ4の第1のブロックにおいて参照視野として選択された受光要素列からの信号、続いてセンサ3の第2のブロックにおける基準視野の受光要素列からの信号、続いてセンサ4の第2のブロックにおける参照視野の受光要素列からの信号、…、という様な順序で連続した形となる。第2図bから、この様な時系列信号はスイッチング回路14において適時にセンサ3, 4からの出力のいずれかを選択することにより容易に得ることができることが分る。

スイッチング回路14の出力はA/D変換回路15に入力せしめられ、ここでアナログ信号が2ないし8ビットのデジタル信号に変換される。かくして、A/D変換回路15から出力せしめられたデジタル信号はスイッチング回路16に入力せしめられる。該スイッチング回路16において上記A/D変換回路15からの出力が対応するブロックからの基準視野信号と参照視野信号とのセットごとに分配されてブロック処理回路18-1, 18-2, …に入力せしめられる。即ち、ブロック処理回路18-1にはセンサ3, 4における各第1のブロックからの基準視野信号と参照視野信

号とのセットのみが入力せしめられ、ブロック処理回路18-2にはセンサ3、4における各第2のブロックからの基準視野信号と参照視野信号とのセットのみが入力せしめられ、以下同様にして各ブロック処理回路にセンサの各ブロックに関する信号が入力せしめられる。各ブロック処理回路においては上記の様な手順によつて相関法に基づき各方向の物体までの距離が算出される。

各ブロック処理回路からの出力はスイッチング回路19に入力せしめられ、ここで時系列信号に合成されて出力せしめられる。

尚、第3図において、CPU20により駆動回路17、スイッチング回路14、16、ブロック処理回路18-1、18-2、…が制御される。即ち、CPU20は駆動回路17の信号を制御及び検出して、センサ3において選択された基準視野位置及びセンサ4において選択された参照視野位置に基づいて、スイッチング回路14、16を制御するとともにブロック処理回路18-1、18-2、…に各ブロック毎の(θ 、 ϕ)を与える。

第4図は本実施例により得られた距離情報に基づいて動作を行なうロボットのブロック図である。

このロボットは第3図に示される距離測定装置を内蔵しており、そのスイッチング回路19からの情報はRAM21に多方向の距離パターンとして記録される。マップメモリ22には過去の距離パターンまたは指令用のマップが格納されており、CPU23によりマップメモリ22上の距離パターンと現在の距離パターンとを比較し、更に方位センサ24からの情報や移動の方向、速度、距離等のセンサあるいは演算処理部からの情報をも取り入れて移動制御回路25及びアーム動作制御回路26が作動せしめられる。

本実施例によれば、処理回路を単純化した上で、更に画像メモリを必要とせずに短時間で多方向の距離測定を行なうことができる。

尚、本実施例においては、第2図bに示される様に、2つのセンサ3、4を重ね合わせた状態において各ブロックの基準視野10と参照視野11とで当該ブロック全体がカバーされているが、測

定すべき距離範囲によつてはブロック全体をカバーしなくてもよい。第5図a、bはこの様な具体例を示す第2図bと同様の図である。即ち、これらにおいては両センサの同一ブロックにはセンサ3において基準視野として選択された受光要素列10とセンサ4において参照視野として選択された受光要素列11と該基準視野及び参照視野のいづれにも選択されなかつた受光要素列12とが存在する。この場合には第3図の装置におけるスイッチング回路14において適宜信号のカットを行なえばよい。

以上の実施例においては画像メモリを必要としない場合が示されているが、測定すべき距離範囲によつては、画像メモリを設けておき、同一ブロック内において基準視野と参照視野とがオーバーラップする様に、または異なるブロックがオーバーラップする様に設定し、必要に応じ画像メモリ内の情報を参照しながら距離の算出を行なうこともできる。

尚、この場合において、第3図のセンサ4とスイッチング回路14との間に遅延回路を介在せしめることにより、画像メモリを省略することができる場合もある。

〔発明の効果〕

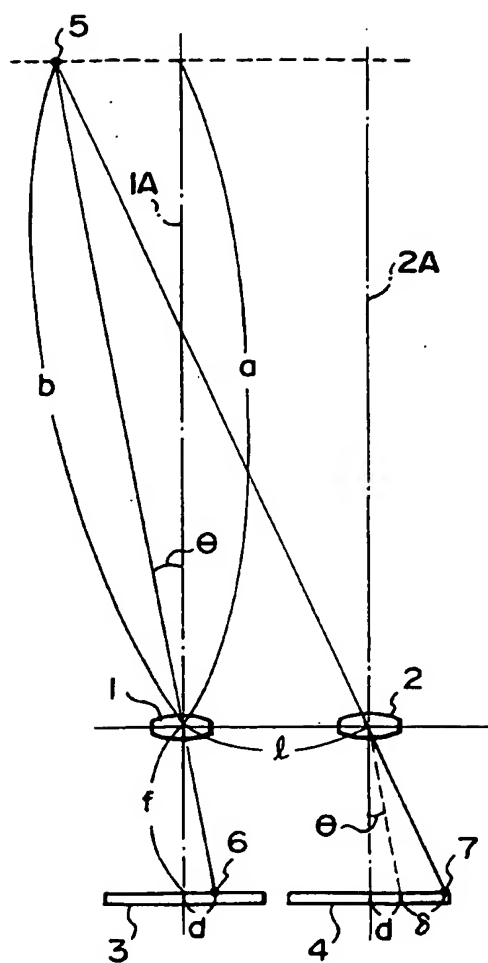
以上の如き本発明の距離測定方法によれば、機械的手段を用いることなく短時間で精度良く多方向の距離測定を行なうことができる。また、本発明方法によれば、距離測定の方法は2つの照度分布測定手段の対応部分の位置及び大きさを適宜設定することにより比較的自由に選ぶことができ、測定方向の決定に柔軟性がある。

図面の簡単な説明

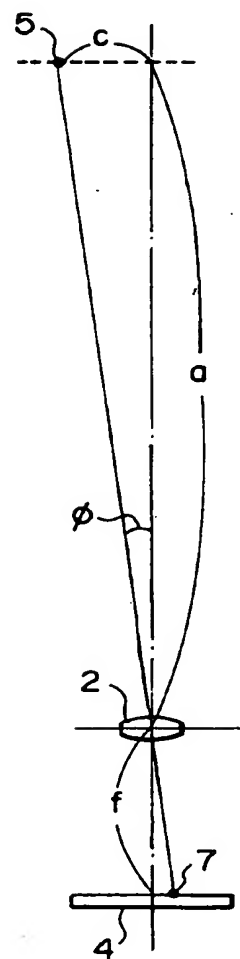
第1図a～cは本発明測定方法を示す図である。第2図a、b及び第5図a、bはセンサの正面図である。第3図は本発明測定方法に使用される装置のブロック図である。第4図は自走ロボットのブロック図である。第6図a、bならびに第7図a～cはステレオ法による距離測定の原理を示す図である。

1、2：レンズ、1A、2A：光軸、3、4：センサ、5：物体、6、7：像、10：基準視野、11：参照視野。

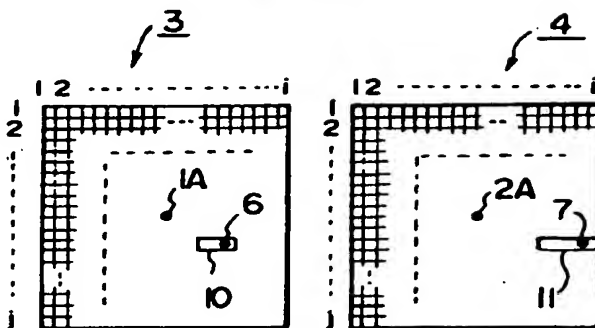
第1图 a



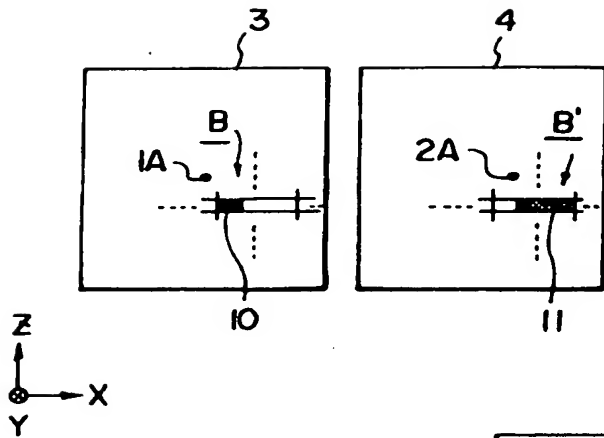
第1图 b



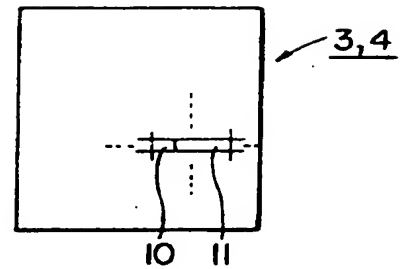
第1图 c



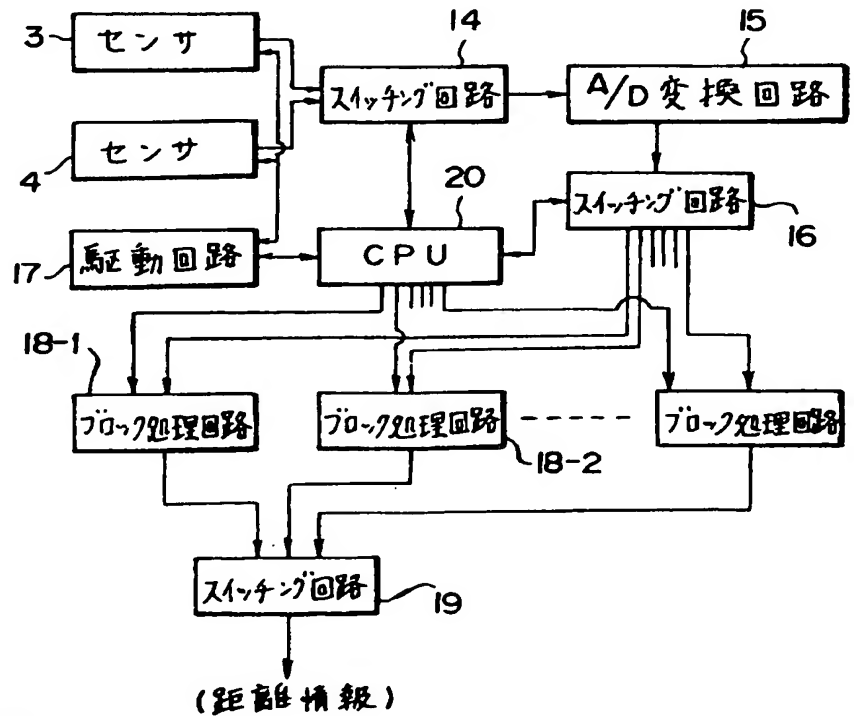
第2図 a



第2図 b

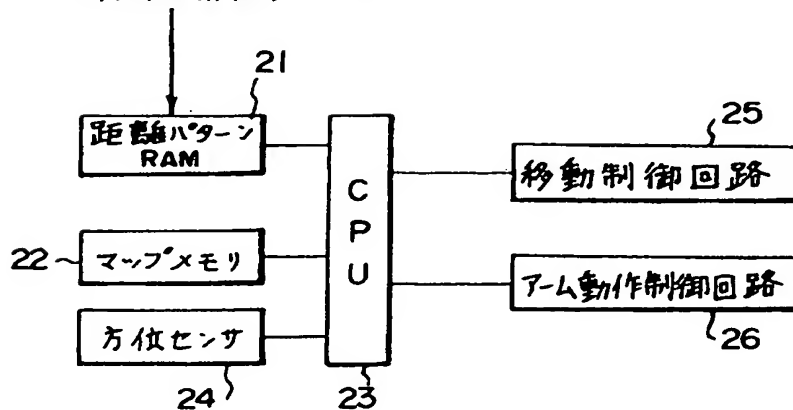


第3図

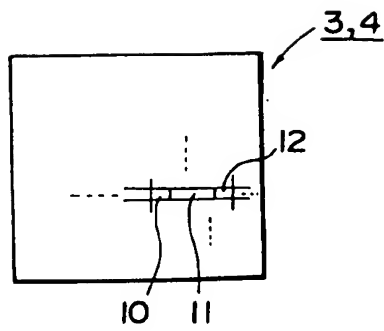


(距離情報)

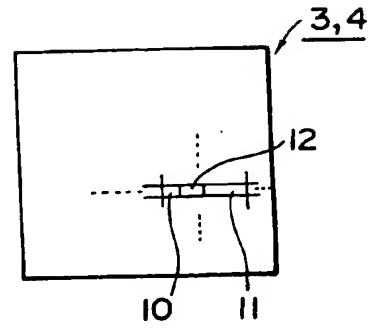
第4図



第 5 图 a

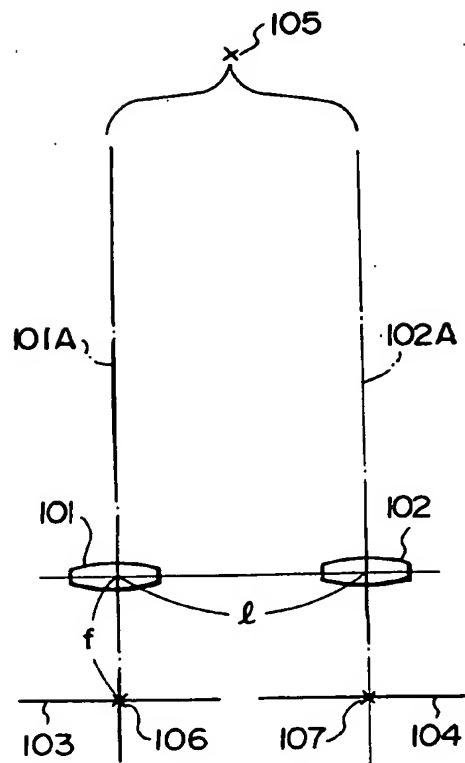


第 5 图 b

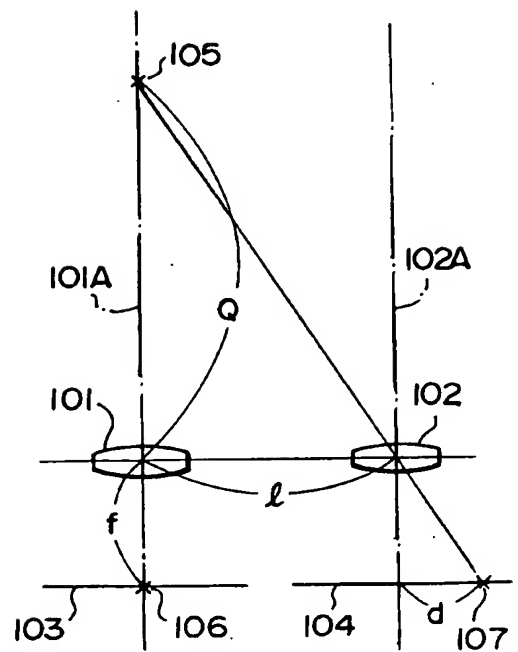


第 6 图

(a)



(b)



第7図

